



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

## FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

## ÚSTAV KOVOVÝCH A DŘEVĚNÝCH KONSTRUKCÍ

INSTITUTE OF METAL AND TIMBER STRUCTURES

## ADMINISTRATIVNÍ CENTRUM

OFFICE CENTRE

### DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

### AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Filip Dohnal

### VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. MILAN PILGR, Ph.D.

BRNO 2017

## POPISNÝ SOUBOR ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

**Vedoucí práce** Ing. Milan Pilgr, Ph.D.

**Autor práce** Bc. Filip Dohnal

**Škola** Vysoké učení technické v Brně

**Fakulta** Stavební

**Ústav** Ústav kovových a dřevěných konstrukcí

**Studijní obor** 3608T001 Pozemní stavby

**Studijní program** N3607 Stavební inženýrství

**Název práce** Administrativní centrum

**Název práce  
v anglickém  
jazyce** Office Centre

**Typ práce** Diplomová práce

**Přidělovaný titul** Ing.

**Jazyk práce** Čeština

**Datový formát  
elektronické  
verze** PDF

**Abstrakt práce** Cílem práce je návrh a posouzení ocelové konstrukce vícepodlažního objektu pro administrativní účely v Novém Jičíně. Objekt má obdélníkový půdorys o rozměrech 54 x 72 m, se zastřešeným atriem uprostřed. Budova má 6 nadzemních podlaží. Výška střechy je 29 m. Byly navrženy a posouzeny dvě konstrukční varianty. Podélnou a příčnou tuhost varianty A zajišťují příhradová ztužidla a variantu B ztužují rámová ztužidla. Stropy jsou u obou variant tvořeny ocelovými stropnicemi a průvlaky, které podporují sloupy. Fasáda a plášť střechy jsou tvořeny skleněnými panely.

**Abstrakt práce  
v anglickém  
jazyce**

The object of this thesis is to design and assess steel structure of multi-storey office center in Nový Jičín. The object is supposed to have an rectangular shape with dimensions 54 x 72 m and roofed atrium in the middle. The object has 6 overground floors. Roof height is 29 m. Two construction variants were designed and assessed. Longitudinal and transverse rigity of variant A is ensured by truss bracings and variant B is braced by bracing frames. Floor structurs of both variants are made of steel secondary and primary beams, which are supported by steel columns. Facade and atrium roof cladding is made of glass panels.

**Klíčová slova**

Nosná ocelová konstrukce, vícepodlažní budova, zastřešené atrium, navrhování, posuzování, zatížení, vnitřní síly

**Klíčová slova  
v anglickém  
jazyce**

Load-carrying steel structure, multi-storey bulding, roofed atrium, design, check, load, internal forces



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

STUDIJNÍ PROGRAM	N3607 Stavební inženýrství
TYP STUDIJNÍHO PROGRAMU	Navazující magisterský studijní program s prezenční formou studia
STUDIJNÍ OBOR	3608T001 Pozemní stavby
PRACOVISTĚ	Ústav kovových a dřevěných konstrukcí

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

DIPLOMANT	Bc. Filip Dohnal
NÁZEV	Administrativní centrum
VEDOUCÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE	Ing. Milan Pilgr, Ph.D.
DATUM ZADÁNÍ	31. 3. 2016
DATUM ODEVZDÁNÍ	13. 1. 2017

V Brně dne 31. 3. 2016

.....  
prof. Ing. Marcela Karmazínová, CSc.  
Vedoucí ústavu

.....  
prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA  
Děkan Fakulty stavební VUT

## **PODKLADY A LITERATURA**

Požadavky na architektonické a dispoziční řešení  
Literatura doporučená vedoucím diplomové práce

## **ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ (ZADÁNÍ, CÍLE PRÁCE, POŽADOVANÉ VÝSTUPY)**

Zadání a cíle:

Vypracujte variantní návrh nosné ocelové konstrukce budovy administrativního centra o celkových půdorysných rozměrech cca 55 × 70 m. Dispozici navrhnete v souladu s architektonickými požadavky; klimatická zatížení uvažujte pro lokalitu Nový Jičín.

Požadované výstupy:

Technická zpráva s odůvodněním zvolené varianty řešení

Statický výpočet hlavních nosných částí konstrukce

Výkresová dokumentace v rozsahu stanoveném vedoucím diplomové práce

Výkaz spotřeby materiálu pro zvolenou variantu řešení

## **STRUKTURA BAKALÁŘSKÉ/DIPLOMOVÉ PRÁCE**

**VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:**

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).
2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).

.....

**Ing. Milan Pilgr, Ph.D.**

Vedoucí diplomové práce

### **Bibliografická citace VŠKP**

Bc. Filip Dohnal *Administrativní centrum*. Brno, 2016. 27 s., 448 s. příl. Diplomová práce.  
Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav kovových a dřevěných konstrukcí.  
Vedoucí práce Ing. Milan Pilgr, Ph.D.

# **PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY VŠKP**

## **PROHLÁŠENÍ**

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané diplomové práce je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 27. 12. 2016

---

Bc. Filip Dohnal  
autor práce

## **PROHLÁŠENÍ**

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 27. 12. 2016

---

Bc. Filip Dohnal  
autor práce



## **Poděkování**

Chtěl bych poděkovat panu Ing. Milanu Pilgrovi, Ph.D. za odborné vedení mé diplomové práce. Děkuji za informace a cenné rady poskytnuté při vypracovávání této práce.

## Obsah

<b>1. Obecné informace</b>	12
<b>2. Normativní dokumenty</b>	14
<b>3. Předpoklady návrhu nosné konstrukce</b>	14
3.1 Mezní stavy	14
3.1.1 Mezní stav únosnosti	14
3.1.2 Mezní stav použitelnosti	14
3.2 Zatížení	14
3.2.1 Stálé zatížení	15
3.2.2 Proměnné zatížení	15
<b>4. Popis objektu</b>	15
<b>5. Popis konstrukčního řešení</b>	17
5.1 Varianta A	17
5.1.1 Sloupy	17
5.1.2 Průvlaky	17
5.1.3 Stropnice	17
5.1.4 Ztužidla	17
5.1.5 Diagonály v nadchodu	18
5.2 Varianta B	18
5.2.1 Sloupy typické	18
5.2.2 Sloupy křížové	19
5.2.3 Průvlaky typické	19
5.2.4 Průvlaky ve ztužujícím rámu	19
5.2.5 Stropnice	19
5.2.6 Diagonály v nadchodu	20
5.3 Zastřešení atria	20
5.3.1 Vazníky	20
5.3.2 Vaznice	21
5.3.3 Podélné střešní ztužidlo	21
5.3.4 Ztužení v rovině střechy	21
5.3.5 Táhla v rovině střechy	21
5.4 Schodiště	22
<b>6. Popis statického řešení</b>	22

7. Materiální konstrukce	22
8. Hmotnost konstrukce	23
9. Nátěrová plocha konstrukce	25
10. Seznam použité literatury	26

## 1. Obecné informace

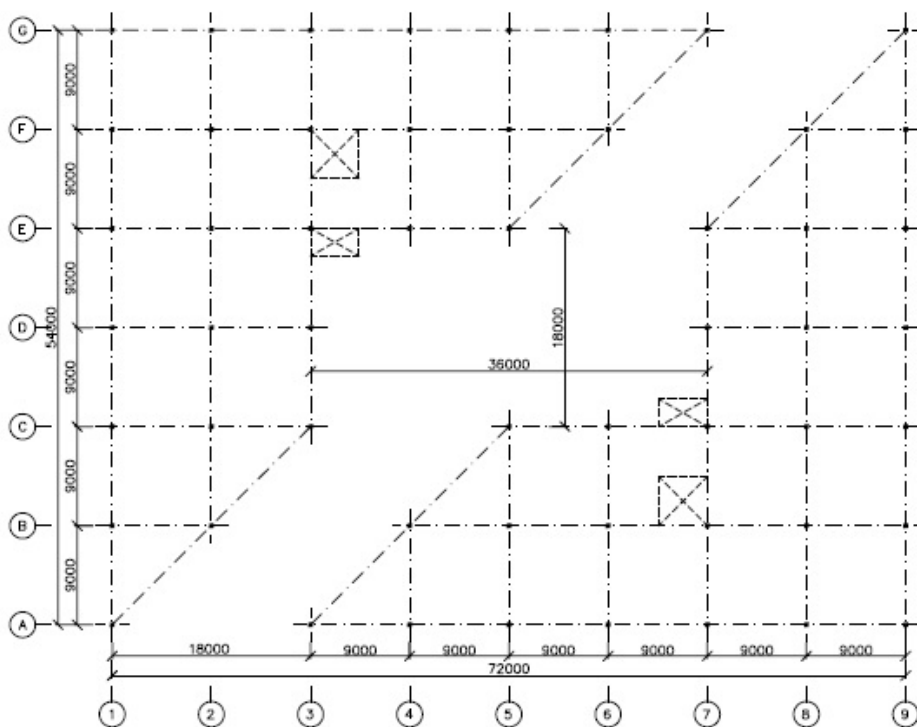
Předmětem diplomové práce je návrh nosné konstrukce patrové budovy se zastřešeným atriem. Z obrázků 1.1, 1.2 a 1.3 je zřejmé, že objekt má obdélníkový půdorys o rozměrech 72 x 54 metrů a šest nadzemních podlaží. Konstrukční výška podlaží je 4,5 metru.

Stropní konstrukce je tvořena ocelovými plnostěnnými stropnicemi a průvlaky, ty jsou podporovány pomocí sloupů.

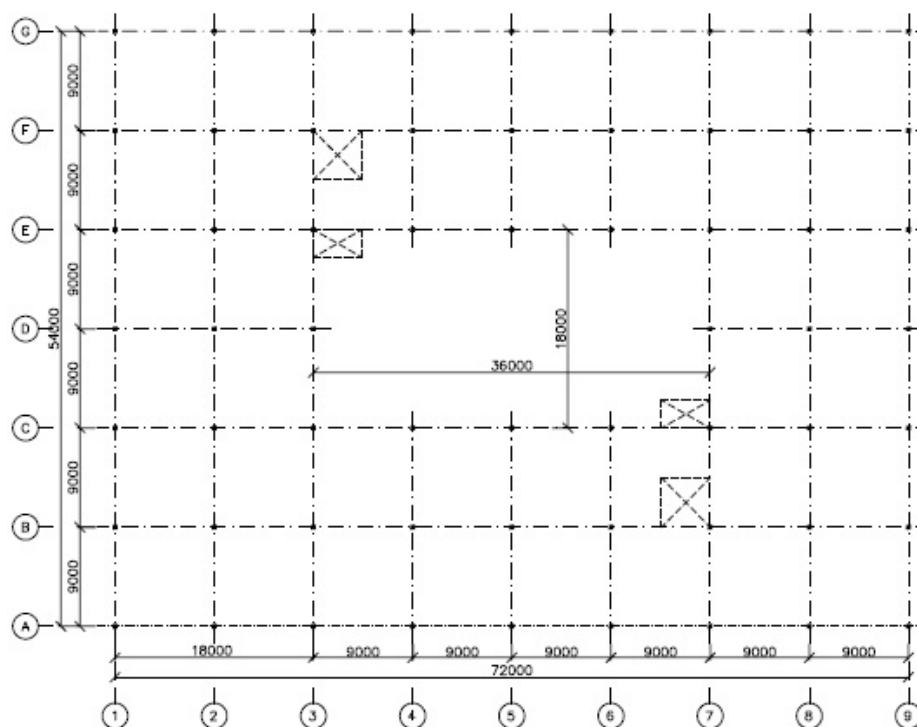
Byly navrženy a posouzeny dvě konstrukční varianty. Podélnou a příčnou tuhost varianty A zajišťují příhradová ztužidla a variantu B ztužují rámová ztužidla. Stropy jsou řešeny u obou variant stejným způsobem.

Výška posledního stropu, který tvoří střechu budovy, je ve výšce 27 metrů, výška hřebene střechy nad atriem je 29 metrů.

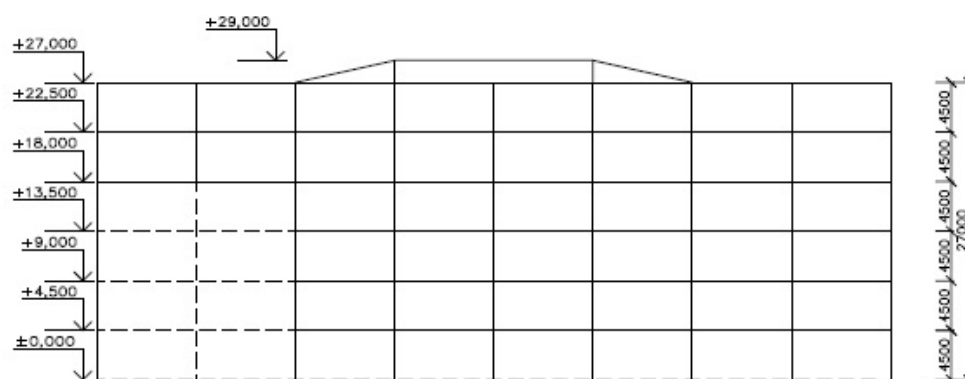
Objekt se nachází v Novém Jičíně v Moravskoslezském kraji.



Obrázek 1.1 – Půdorys 1 NP, 2 NP, 3 NP, 4 NP



Obrázek 1.2 – Půdorys 5 NP, 6 NP



Obrázek 1.3 – Pohled na konstrukci

## 2. Normativní dokumenty

Návrh ocelové konstrukce byl proveden v souladu s těmito platnými dokumenty:

- ČSN EN 1991-1-1, Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb
- ČSN EN 1991-1-3, Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Zatížení sněhem
- ČSN EN 1991-1-4, Eurokód 1: Zatížení konstrukcí– Zatížení větrem
- ČSN EN 1993-1-1, Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí – Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
- ČSN EN 1993-1-8, Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí – Navrhování styčníků
- ČSN EN 1090-2, Provádění ocelových konstrukcí a hliníkových konstrukcí – Technické požadavky na ocelové konstrukce

Kromě toho byly jako podklady použity dokumenty s ukončenou účinností

- ČSN 01 3483, Výkresy kovových konstrukcí
- ČSN 73 1411, Rozteče, roztečové čáry, průměry šroubů nebo nýtů a těžištní osy pro šroubové a nýtové spoje
- ČSN 73 1401, Navrhování ocelových konstrukcí

## 3. Předpoklady návrhu nosné konstrukce

### 3.1 Mezní stavy

V rámci statického posouzení byly nosné konstrukce dle ČSN EN 1993 ověřeny na:

#### 3.1.1 Mezní stav únosnosti

Prostá pevnost průřezu, vzpěrná pevnost prutů a konstrukce a pevnost spojů s uvážením vlivu ztráty stability na nejnepríznivější kombinaci návrhových hodnot zatížení. Mezní hodnoty materiálových vlastností pro nosnou ocelovou konstrukci byly brány pro ocel S355.

#### 3.1.2 Mezní stav použitelnosti

Přetvoření na nejnepríznivější hodnoty deformací z kombinací charakteristických hodnot zatížení. Mezní hodnoty materiálových vlastností pro nosnou ocelovou konstrukci byly brány pro ocel S355.

### 3.2 Zatížení

Konstrukce byla navržena na účinky těchto zatížení:

### 3.2.1 Stálé zatížení

- vlastní tíha, pro kterou je uvažována hmotnost nosné konstrukce, tíha obvodového a střešního pláště, hmotnost železobetonové stropní konstrukce s podlahami a prefabrikovaných dílců schodiště

### 3.2.2 Proměnné zatížení

klimatické zatížení

- zatížení sněhem s charakteristickou hodnotou zatížení sněhem na zemi bylo uvažováno jako  $s_k = 1,5 \text{ kN/m}^2$  pro sněhovou oblast III. dle ČSN EN 1991-1-3.

- zatížení větrem se základní rychlostí větru bylo uvažováno  $v_b = 25 \text{ m/s}$  pro větrnou oblast II. dle ČSN EN 1991-1-4.

užitné zatížení

-užitné zatížení v jednotlivých podlažích pro administrativní budovu dle ČSN EN 1991-1-1, kancelářské plochy (kategorie B) činí  $2,5 \text{ kN/m}^2$

-hmotnost lehkých přemístitelných příček je zahrnuta v zatížení užitném, mají hmotnost do  $1 \text{ kN/m}^2$ , takže plošné zatížení je  $0,5 \text{ kN/m}^2$

- zatížení užitné na střeše; charakteristické hodnoty zatížení byly uvažovány dle ČSN EN 1991-1-1 pro střechu kategorie H – střechy nepřístupné s výjimkou běžné údržby a oprav. Plošné zatížení  $q$  působící na střeše bylo uvažováno hodnotou  $0,8 \text{ kN/m}^2$

- byla stanovena hodnota  $0,4 \text{ kN/m}^2$ , pro rozvody pod stropem a dvě čtveřice sil o hodnotě  $10 \text{ kN}$ , odpovídají hmotnosti dvou klimatizačních jednotek umístěných na střeše

## 4. Popis objektu

Navrhovaný objekt je uvažován jako šesti podlažní budova obdélníkového půdorysu s vnitřním atriem, které je zastřešené. Půdorysné rozměry jsou  $72 \times 54$  metrů. Konstrukční výška podlaží je  $4,5$  metru, úroveň ploché střechy je ve výšce  $27$  metrů, hřeben střechy atria je ve výšce  $29$  m.

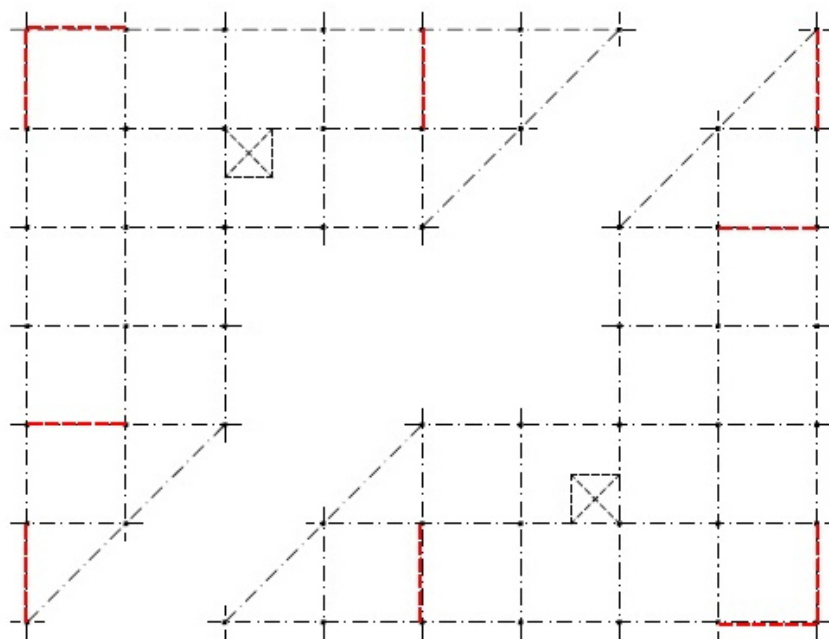
Prostor vnitřního atria je spojen s venkovním prostředím pomocí dvojice průchodů, které úhlopříčně protínají budovu a dělí jí tak na 4 křídla. Vstupy do atria nejsou uzavřené. Výška průchodů činí  $18$  metrů, to znamená, že jsou přes první 4 podlaží.

Nosnou konstrukci tvoří skelet, ten se skládá ze sloupů, průvlaků a stropnic. Zatížení stropů přenášení ocelové stropnice do plnostěnných průvlaků a ty jsou podepřeny pomocí sloupů. Modul sloupů je  $9 \times 9$  m, tato hodnota byla volena z důvodů otevřené vnitřní dispozice. V podélném směru jsou přímky označeny písmeny A-B-C-D-E-F-G, v příčném směru mají vztažné přímky označení 1-2-3-4-5-6-7-8-9.

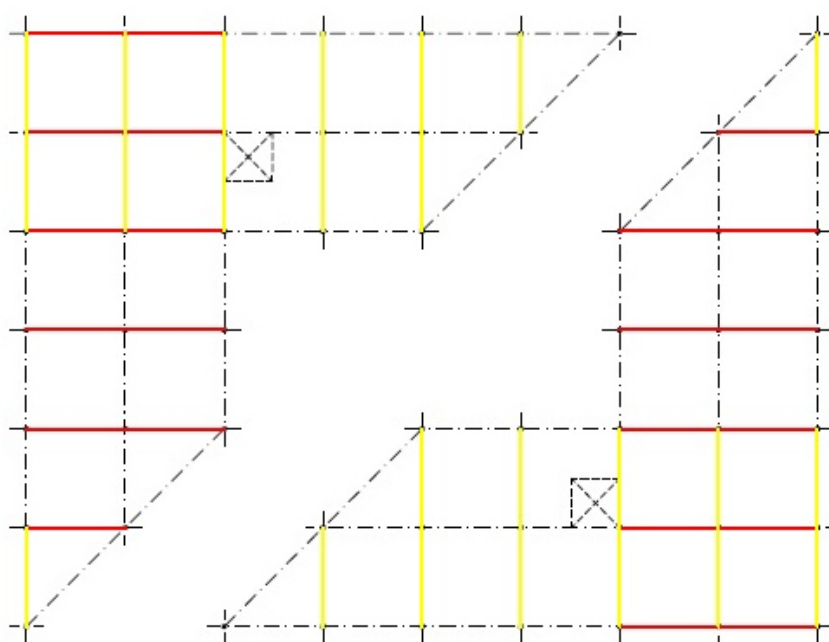
Atrium je zastřešeno pomocí příhradových vazníků s osovou roztečí  $4,5$  m, na kterých jsou plnostěnné vaznice. Půdorys střechy je obdélník o rozměrech  $36 \times 18$  m. Střecha nad atriem je valbová, valba je tvořená trojicí pultových vazníků, dva nárožní a jeden uprostřed. Schéma zastřešení je vyobrazeno na obrázcích 5.5, 5.6 a 5.7.

Stěnový plášť je ze skla, které je uloženo v kovových rámech, plášť je uložen na stropních průvlacích. Střechu nad posledním podlažím objektu tvoří stropní konstrukce, na které je souvrství jednoplášťové ploché střechy. Plášť střechy nad atriem je ze skla v kovovém rámu, ten je uložen na vaznicích.

Jsou řešeny dvě konstrukční varianty objektu, rozdíl spočívá v přenosu vodorovného zatížení. U varianty A je ztužení zajištěno pomocí soustavy příhradových ztužidel. Přenos vodorovných účinků ve variantě B se zabezpečují patrové rámy s tuhými styčníky. Půdorysné uspořádání ztužujících prvků obou variant je zřejmé z obrázků 4.1 a 4.2.



Obrázek 4.1 – Umístění ztužidel – Varianta A



Obrázek 4.2 – Umístění ztužujících rámu – Varianta B



## 5. Popis konstrukčního řešení

### 5.1 Varianta A

#### 5.1.1 Sloupy

Sloupy jsou tvořeny kruhovými trubkami TR $\phi$ 355,6, tloušťka stěny sloupu je odstupňována po dvou podlažích, to znamená, že je sloup tvořen třemi dílci. V prvním a druhém podlaží je u typického sloupu tloušťka stěny 16 mm, ve třetím a čtvrtém podlaží 12,5 mm a v pátém a šestém podlaží činí tloušťka stěny sloupu 6,3 mm. Sloupy, které navazují na příhradové ztužidlo, mají v prvním a druhém podlaží tloušťku stěny 20 mm. Pod nadchodem jsou sloupy s tloušťkou stěny 20 mm v prvním a druhém podlaží, 16 mm ve třetím a čtvrtém podlaží a 12,5 v pátém a šestém podlaží.

#### 5.1.2 Průvlaky

Jsou uloženy podélně ve směru fasády na sloupech a podepírají stropnice. Rozpětí průvlaků činí 9 metrů a tvoří je válcované plnostěnné nosníky průřezu HEA. Stropní průvlaky na kraji budovy u fasády jsou HEA500 a průvlaky uprostřed objektu jsou HEA550. Střešní průvlaky na okraji jsou HEA400 a průvlaky uprostřed budovy jsou HEA450.

Připojení průvlaků ke sloupům je v běžných vazbách navrženo pomocí plechu navařeného na stěnu sloupu, k tomuto plechu je průvlak připojen skupinou šroubů skrz stojinu průvlaku.

Průvlaky, které jsou součástí vazby se ztužidlem, se napojují na sloupy pomocí konzolky, ta je přivařená k dílci sloupu, mezi konzolkou a průvlakem jsou čelní desky, ty jsou vzájemně sešroubovány čtveřicí šroubů.

#### 5.1.3 Stropnice

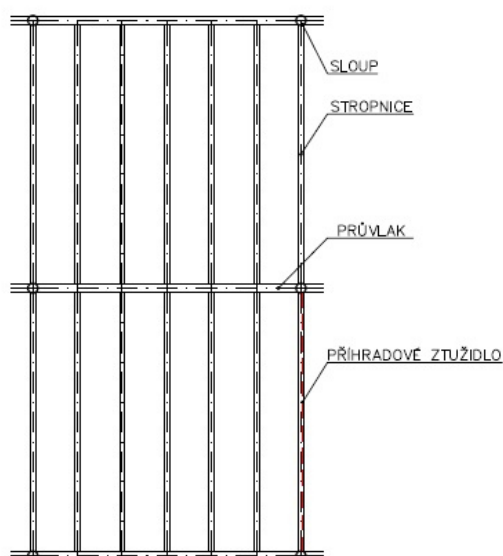
Stropnice jsou navrženy jako ocelové nespřažené, na rozpětí 9 metrů jsou z válcovaných profilů IPE360. V některých polích se rozpětí stropnic zkracuje, kvůli odlehčení jsou stropnice od délky šesti metrů tvořeny průřezem IPE240.

Připojení stropnic k průvlakům nebo sloupům je realizováno pomocí navařeného plechu, ke kterému jsou stropní nosníky přišroubovány přes stojinu.

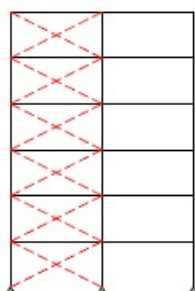
#### 5.1.4 Ztužidla

Vodorovné síly jsou přeneseny pomocí příhradových ztužidel složené soustavy. Ztužidla navazují na průvlaky a sloupy, nebo na stropnice a sloupy. Diagonální pruty ztužidla tvoří kruhové trubky TR $\phi$ 114,3, přičemž tloušťka stěny trubky je odstupňována po dvou podlažích, v prvním a druhém podlaží je stěna trubky 10 mm silná, ve třetím a čtvrtém podlaží má trubka stěnu silnou 6,3 mm a v pátém a šestém podlaží tloušťka činí 4 mm.

Ztužidla jsou přišroubovaná ke styčnickovému plechu, ten je přivařen ke stěně sloupu a k pásnici konzolky, na které je připojen průvlak nebo stropnice.



Obrázek 5.1 – Schéma stropu – Varianta A



Obrázek 5.2 – Schéma svislého ztužidla

### 5.1.5 Diagonály v nadchodu

Diagonály, které jsou součástí příhradoviny v nadchodu, mají dimenzi kruhové trubky TR $\phi$ 219,1. Kvůli odlehčení mají trubky krajních diagonál stěny tloušťky 8 mm, trubky tvořící diagonály v prostředním poli mají tloušťku stěny 12,5 mm.

## 5.2 Varianta B

### 5.2.1 Sloupy typické

Sloupy jsou tvořeny válcovanými plnostěnnými průřezy HEB, dimenze sloupu je odstupňována po dvou podlažích, to znamená, že je sloup tvořen třemi dílci. V prvním a druhém podlaží je typický sloup z průřezu HEB700, ve třetím a čtvrtém podlaží HEB600 a v pátém a šestém podlaží HEB550. Pod nadchodem jsou sloupy průřez HEB800 v prvním a druhém podlaží, HEB700 ve třetím a čtvrtém podlaží a HEB500 v pátém a šestém podlaží.

Sloupy jsou vzájemně připojeny pomocí přílozek přes pásnice průřezu tak, aby byl ve spoji přenesen ohybový moment.

### 5.2.2 Sloupy křížové

Křížové sloupy byly navrženy v místech, kde na sebe navazují ztužující rámy ve dvou směrech. Skládají se ze dvojice válcovaných plnostěnných průřezů, jeden z nich je podélně rozřezán a přivařen ke stojině druhého. Sloupy jsou odstupňovány po dvou podlažích, v prvním a druhém podlaží je sloup ze dvojice průřezů HEB500, ve třetím a pátém je to dvojice profilů IPE550 a v pátém a šestém podlaží je to dvojice průřezů IPE500.

Sloupy jsou vzájemně připojeny pomocí přílozek přes pásnice průřezu tak, aby byl ve spoji přenesen ohybový moment.

### 5.2.3 Průvlaky typické

Jsou uloženy podélně ve směru fasády na sloupech a podepírají stropnice. Rozpětí průvlaků činí 9 metrů a tvoří je válcované plnostěnné nosníky průřezu HEA. Stropní průvlaky na kraji budovy u fasády jsou HEA500 a průvlaky uprostřed objektu jsou HEA550. Střešní průvlaky na okraji jsou HEA400 a průvlaky uprostřed budovy jsou HEA450.

Připojení průvlaků ke sloupům je v běžných vazbách navrženo pomocí plechu navařeného na stěnu sloupu, k tomuto plechu je průvlak připojen skupinou šroubů skrz stojinu průvlaku.

### 5.2.4 Průvlaky ve ztužujícím rámu

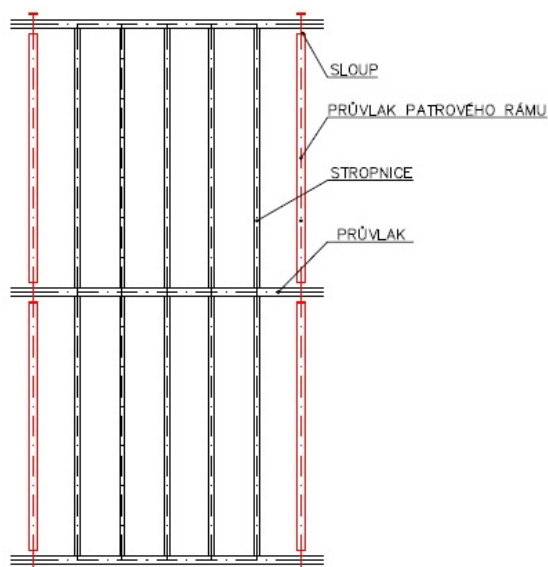
Orientace rámu je patrná z obrázku Obrázek 4.1 – Umístění ztužujících rámu – Varianta B v kapitole 4. Průvlaky ve ztužujících rámech jsou z plnostěnných válcovaných profilů IPE600. Průvlaky jsou připojeny pomocí čelní desky ke konzolce, ta je přivařena ke sloupu.

Vzájemné spojení sloupu a průvlaku má být tuhé, aby přenášelo ohybové mementy, takže je sloup opatřen výztuhami.

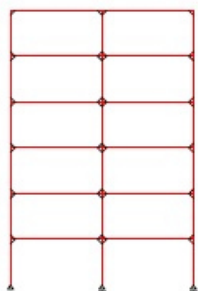
### 5.2.5 Stropnice

Stropnice jsou navrženy jako ocelové nespřažené, na rozpětí 9 metrů jsou z válcovaných profilů IPE360. V některých polích se rozpětí stropnic zkracuje, kvůli odlehčení jsou stropnice od délky šesti metrů tvořeny průřezem IPE240.

Připojení stropnic k průvlaku nebo sloupu je realizováno pomocí navařeného plechu, ke kterému jsou stropní nosníky přišroubovány přes stojinu.



Obrázek 5.3 – Schéma stropu – Varianta B



Obrázek 5.4 – Schéma patrového rámu

## 5.2.6 Diagonály v nadchodu

Diagonály, které jsou součástí příhradoviny v nadchodu, mají dimenzi kruhové trubky TR $\phi$ 219,1. Kvůli odlehčení mají trubky krajních diagonál stěnu tloušťku 8 mm, trubky tvořící diagonály v prostředním poli mají tloušťku stěny 12,5 mm.

## 5.3 Zastřešení atria

### 5.3.1 Vazníky

Hlavním nosním prvkem zastřešení jsou příhradové vazníky, jejichž pruty jsou tvořeny uzavřenými profily. Součástí zastřešení atria jsou tři druhy vazníku, běžný, pultový, který se nachází ve valbě a nárožní. Dimenze horních a dolních pásů, svislic a diagonál jsou pro všechny tři vazníky shodné.

Dolní pás je tvořen čtvercovou trubicí TR $\square$ 120x8, horní pás vazníku je ze čtvercové trubky TR $\square$ 120x6,3, tažené diagonální pruty vazníku jsou z kruhových trubek TR  $\phi$ 88,9x6, tlačené diagonály tvoří kruhové trubky TR  $\phi$ 88,9x4 a svislice z trubek TR  $\phi$ 60,3x4

### 5.3.2 Vaznice

Vaznice jsou uvažovány jako prosté nosníky, jsou z válcovaných nosníků průřezu IPE180. Kvůli uspořádání valbové střechy je rozpětí vaznic ve valbě 3 a 6 metrů, rozpětí běžné vaznice je 4,5 metru.

### 5.3.3 Podélné střešní ztužidlo

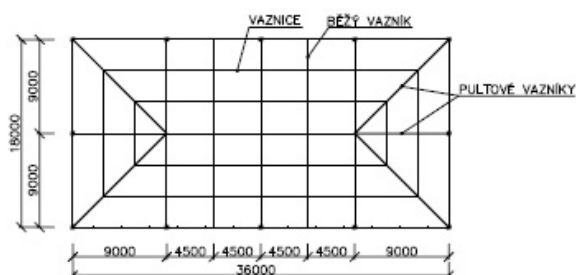
Horní pás je tvořen dvojicí střešních vaznic v hřebeni střechy, diagonály tvoří kruhové trubky průřezu TR  $\phi 88,9 \times 5$ , dolní pás je hranatá trubka TR  $\square 90 \times 4$ .

### 5.3.4 Ztužení v rovině střechy

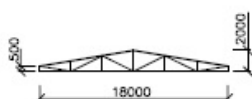
V rovině střechy jsou v místě valby umístěny diagonální ztužidla, která fungují jako táhla a jsou navržena z trubek průřezu TR  $\phi 88,9 \times 4$ .

### 5.3.5 Táhla v rovině střechy

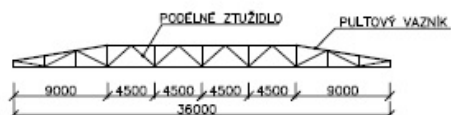
Tato táhla slouží ke zkrácení vzpěrné délky vaznice při jejím vybočení ve směru osy z, jejich dimenze byla stanovena dle mezního stavu použitelnosti na štíhlost, dimenze táhel je tedy TR  $\phi 88,9 \times 4$ .



Obrázek 5.5 – Půdorys zastřešení atria



Obrázek 5.6 - Příčný řez zastřešením atria



Obrázek 5.7 – Podélný řez zastřešením atria

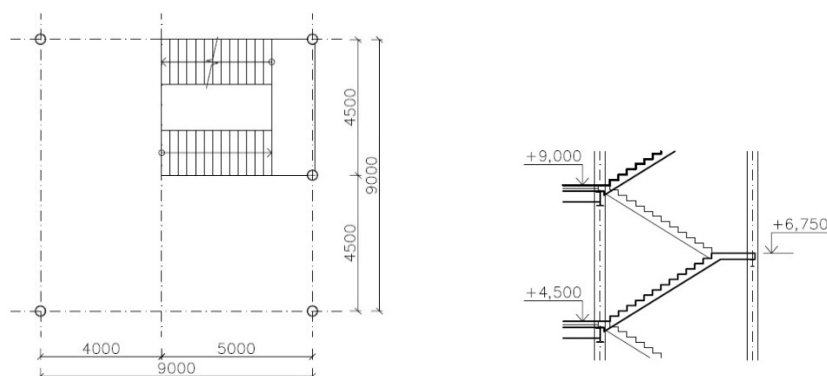
## 5.4 Schodiště

Konstrukce schodiště sestává z železobetonových prefabrikátů, dvojice schodišťových ramen, které mají tvar jednou zalomené desky, mezi které je uložen panel mezipodesty.

Panely schodiště jsou uloženy na válcované profily IPE550 v úrovni stropů a profily IPE220 v místech mezipodesty.

Připojení betonových prefabrikátu je uskutečněno pomocí ocelových trnů, ty jsou předem navařeny na nosníky podesty a mezipodesty, otvory v panelech jsou po montáži zality cementovou maltou.

Schéma uložení panelů schodišťových ramen a mezipodestového panelu je znázorněno na obrázku 5.5-Půdorys a řez schodišťového prostoru.



Obrázek 5.8 – Půdorys a řez schodišťového prostoru

## 6. Popis statického řešení

Statická analýza ocelové konstrukce objektu byla provedena metodou konečných prvků v programu RFEM 5.07. Byl zde vytvořen prostorový prutový model, kterým byly vypočteny účinky stálých a proměnných zatížení, bylo provedeno také ověření vnitřních sil výpočtem zjednodušenými ručními metodami na některých vybraných konstrukčních částech. Ověření mezních stavů únosnosti a mezních stavů použitelnosti je provedeno v souladu se souborem platných norem ČSN EN, pomocí přídatného modulu RF-STEEL EC3 u všech konstrukčních částí, pro ověření byly vybrané prvky posouzeny ručně.

## 7. Materiální konstrukce

Konstrukční materiál je ocel S 355, s jakostními stupni JR pro tloušťky plechů do 25 mm a J2 pro tloušťky do 35 mm. Pro šrouby byla volena jakost 8.8. Kotevní šrouby jsou jakosti 6.8 a je počítáno s kotvením do betonového základu z betonu C25/30, stropní konstrukce a schodiště jsou rovněž z betonu C25/30. Pro svařování se předpokládá obloukové svařování.

## 8. Hmotnost konstrukce

Celková hmotnost konstrukce u varianty A je 1370 tun, u varianty B je hmotnost 1700 tun, jedná se o odhad na základě systémových délek prutů, jmenovité průřezové plochy a objemové hmotnosti oceli  $\rho = 7850 \text{ kg/m}^3$ . Na základě hmotností byla vybrána varianta A jako vítězná. Výčet hmotností pro jednotlivé prvky v tabulkách 8.1 Hmotnost varianty A a 8.2 Hmotnost varianty B.

Č.P.	POPIS PRVKU	PRŮŘEZ	MATERIÁL	JEDNOTKOVÁ HMOTNOST [kg/m]	CELKOVÁ DÉLKA [m]	HMOTNOST [t]
1.	SLOUP TYPICKÝ I.	TR $\phi 355,6 \times 16$	S355	134,2	288	38,65
2.	SLOUP TYPICKÝ II.	TR $\phi 355,6 \times 12,5$	S355	106	288	30,53
3.	SLOUP TYPICKÝ III.	TR $\phi 355,6 \times 6,3$	S355	54,2	315	17,07
4.	SLOUP NADCHOD I.	TR $\phi 355,6 \times 20$	S355	165,6	108	17,88
5.	SLOUP NADCHOD II.	TR $\phi 355,6 \times 16$	S355	134,2	108	14,49
6.	SLOUP NADCHOD III.	TR $\phi 355,6 \times 12,5$	S355	106	108	11,45
7.	SLOUP U ZTUŽIDLA I.	TR $\phi 355,6 \times 20$	S355	165,6	144	23,85
8.	SLOUP U ZTUŽIDLA II.	TR $\phi 355,6 \times 12,5$	S355	106	144	15,26
9.	SLOUP U ZTUŽIDLA III.	TR $\phi 355,6 \times 6,3$	S355	54,2	144	7,80
10.	STROPNÍ PRŮVLAK - STŘEDNÍ	HEA550	S355	166,3	1057,5	175,86
11.	STROPNÍ PRŮVLAK - KRAJNÍ	HEA500	S355	155	1521	235,76
12.	STROPNÍ PRŮVLAK - ŠIKMÝ	HEA600	S355	177,8	101,8	18,10
13.	STŘEŠNÍ PRŮVLAK - STŘEDNÍ	HEA500	S355	155	216	33,48
14.	STŘEŠNÍ PRŮVLAK - KRAJNÍ	HEA450	S355	139,7	351	49,03
15.	STŘEŠNÍ PRŮVLAK - ŠIKMÝ	HEA600	S355	177,8	50,9	9,05
16.	STROPNICE TYPICKÁ	IPE360	S355	57,1	10116	577,62
17.	STROPNICE KRÁTKÁ	IPE240	S355	30,7	1069,8	32,84
18.	STROPNICE POD TZB	IPE400	S355	66,3	36	2,39
19.	VÝMĚNA SCHODIŠTĚ	IPE550	S355	105,5	90	9,50
20.	MEZIPODESTOVÝ NOSNÍK	IPE220	S355	26,2	45	1,18
21.	ZTUŽIDLO I.	TR $\phi 114,3 \times 10$	S355	25,7	402,5	10,34
22.	ZTUŽIDLO II.	TR $\phi 114,3 \times 6,3$	S355	16,8	402,5	6,76
23.	ZTUŽIDLO III.	TR $\phi 114,3 \times 4$	S355	10,9	402,5	4,39
24.	DIAGONÁLA V NADCHODU - UPROSTŘED	TR $\phi 219,1 \times 12,5$	S355	63,7	80,5	5,13
25.	DIAGONÁLA V NADCHODU - KRAJNÍ	TR $\phi 219,1 \times 8$	S355	41,7	161	6,71
26.	VAZNÍK - SPODNÍ PÁS	TR $\square 120 \times 8$	S355	27,6	160,8	4,44
27.	VAZNÍK - HORNÍ PÁS	TR $\square 120 \times 6,3$	S355	22,1	158,7	3,51
28.	VAZNÍK - KRAJNÍ DIAGONÁLY	TR $\phi 88,9 \times 6$	S355	12,2	53,6	0,65
29.	VAZNÍK - STŘEDNÍ DIAGONÁLY	TR $\phi 88,9 \times 4$	S355	8,4	116,5	0,98
30.	VAZNÍK - KRAJNÍ SVISLICE	TR $\square 120 \times 8$	S355	28,6	8,5	0,24
31.	VAZNÍK - STŘEDNÍ SVISLICE	TR $\phi 60,3 \times 4$	S355	5,5	50	0,28
32.	PODÉLNÉ ZTUŽIDLO - DIAGONÁLY	TR $\phi 88,9 \times 5$	S355	10,4	24,1	0,25
33.	PODÉLNÉ ZTUŽIDLO - DOLNÍ PÁS	TR $\square 90 \times 4$	S355	10,7	18	0,19
34.	STŘEŠNÍ VAZNICE	IPE180	S355	18,8	216	4,06
35.	ZTUŽIDLO V ROVINĚ STŘECHY	TR $\phi 88,9 \times 4$	S355	8,4	217,8	1,83
36.	TÁHLA V ROVINĚ STŘECHY	TR $\phi 88,9 \times 4$	S355	8,4	127,4	1,07
					<b>Σ</b>	<b>1372,64</b>

Tabulka 8.1 – Hmotnost varianty A

Č.P.	POPIS PRVKU	PRŮŘEZ	MATERIÁL	JEDNOTKOVÁ HMOTNOST [kg/m]	CELKOVÁ DÉLKA [m]	HMOTNOST [t]
1.	SLOUP TYPICKÝ I.	HEB700	S355	240,5	288	69,26
2.	SLOUP TYPICKÝ II.	HEB600	S355	212	288	61,06
3.	SLOUP TYPICKÝ III.	HEB550	S355	199,5	333	66,43
4.	SLOUP NADCHOD I.	HEB800	S355	262,3	36	9,44
5.	SLOUP NADCHOD II.	HEB700	S355	240,5	36	8,66
6.	SLOUP NADCHOD III.	HEB500	S355	187,3	36	6,74
7.	SLOUP U KŘÍŽOVÝ I.	2xHEB500	S355	375,2	180	67,54
8.	SLOUP U KŘÍŽOVÝ II.	2xIPE550	S355	210,4	180	37,87
9.	SLOUP U KŘÍŽOVÝ III.	2xIPE500	S355	182,1	180	32,78
10.	SLOUP SCHODIŠTĚ	HEB300	S355	117	90	10,53
11.	STROPNÍ PRŮVLAK - STŘEDNÍ	HEA550	S355	166,3	540	89,80
12.	STROPNÍ PRŮVLAK - KRAJNÍ	HEA500	S355	155	1134,8	175,89
13.	STROPNÍ PRŮVLAK - ŠIKMÝ	HEA600	S355	177,8	101,8	18,10
14.	STŘEŠNÍ PRŮVLAK - STŘEDNÍ	HEA500	S355	155	144	22,32
15.	STŘEŠNÍ PRŮVLAK - KRAJNÍ	HEA450	S355	139,7	270	37,72
16.	STŘEŠNÍ PRŮVLAK - ŠIKMÝ	HEA600	S355	177,8	50,9	9,05
17.	PRŮVLAK V RÁMU	IPE600	S355	122,5	3312	405,72
18.	STROPNICE TYPICKÁ	IPE360	S355	57,1	8761,5	500,28
19.	STROPNICE KRÁTKÁ	IPE240	S355	30,7	1059	32,51
20.	STROPNICE POD TZB	IPE400	S355	66,3	36	2,39
21.	VÝMĚNA SCHODIŠTĚ	IPE550	S355	105,5	90	9,50
22.	MEZIPODESTOVÝ NOSNÍK	IPE220	S355	26,2	45	1,18
23.	DIAGONÁLA V NADCHODU - UPROSTŘED	TR $\phi$ 219,1x12,5	S355	63,7	80,5	5,13
24.	DIAGONÁLA V NADCHODU - KRAJNÍ	TR $\phi$ 219,1x8	S355	41,7	161	6,71
25.	VAZNÍK - SPODNÍ PÁS	TR $\square$ 120x8	S355	27,6	160,8	4,44
26.	VAZNÍK - HORNÍ PÁS	TR $\square$ 120x6,3	S355	22,1	158,7	3,51
27.	VAZNÍK - KRAJNÍ DIAGONÁLY	TR $\phi$ 88,9x6	S355	12,2	53,6	0,65
28.	VAZNÍK - STŘEDNÍ DIAGONÁLY	TR $\phi$ 88,9x4	S355	8,4	116,5	0,98
29.	VAZNÍK - KRAJNÍ SVISLICE	TR $\square$ 120x8	S355	28,6	8,5	0,24
30.	VAZNÍK - STŘEDNÍ SVISLICE	TR $\phi$ 60,3x4	S355	5,5	50	0,28
31.	PODÉLNÉ ZTUŽIDLO - DIAGONÁLY	TR $\phi$ 88,9x5	S355	10,4	24,1	0,25
32.	PODÉLNÉ ZTUŽIDLO - DOLNÍ PÁS	TR $\square$ 90x4	S355	10,7	18	0,19
33.	STŘEŠNÍ VAZNICE	IPE180	S355	18,8	198	3,72
34.	ZTUŽIDLO V ROVINĚ STŘECHY	TR $\phi$ 88,9x4	S355	8,4	217,8	1,83
35.	TÁHLA V ROVINĚ STŘECHY	TR $\phi$ 88,9x4	S355	8,4	127,4	1,07
					<b>Σ</b>	<b>1703,77</b>

Tabulka 8.2 – Hmotnost varianty B



## 9. Nátěrová plocha konstrukce

Celková nátěrová plocha konstrukce u varianty A je 24 870 m<sup>2</sup>, u varianty B je plocha 30 910 m<sup>2</sup>, plocha byla odhadnuta na základě systémových délek prutů a jmenovité plochy pláště pro jednotlivé průřezy v m<sup>2</sup>/m. Z hlediska nátěrové plochy zvítězila varianta A. Výčet ploch pláště pro jednotlivé prvky v tabulkách 9.1 - Nátěrová plocha varianty A a 9.2 - Nátěrová plocha varianty B.

Č.P.	POPIS PRVKU	PRŮŘEZ	MATERIÁL	JEDNOTKOVÁ PLOCHA [m <sup>2</sup> /m]	CELKOVÁ DÉLKA [m]	CELKEM [m <sup>2</sup> ]
1.	SLOUP TYPICKÝ I.	TR φ355,6x16	S355	1,12	288	322,56
2.	SLOUP TYPICKÝ II.	TR φ355,6x12,5	S355	1,12	288	322,56
3.	SLOUP TYPICKÝ III.	TR φ355,6x6,3	S355	1,12	315	352,80
4.	SLOUP NADCHOD I.	TR φ355,6x20	S355	1,12	108	120,96
5.	SLOUP NADCHOD II.	TR φ355,6x16	S355	1,12	108	120,96
6.	SLOUP NADCHOD III.	TR φ355,6x12,5	S355	1,12	108	120,96
7.	SLOUP U ZTUŽIDLA I.	TR φ355,6x20	S355	1,12	144	161,28
8.	SLOUP U ZTUŽIDLA II.	TR φ355,6x12,5	S355	1,12	144	161,28
9.	SLOUP U ZTUŽIDLA III.	TR φ355,6x6,3	S355	1,12	144	161,28
10.	STROPNÍ PRŮVLAK - STŘEDNÍ	HEA550	S355	2,21	1057,5	2337,08
11.	STROPNÍ PRŮVLAK - KRAJNÍ	HEA500	S355	2,11	1521	3209,31
12.	STROPNÍ PRŮVLAK - ŠIKMÝ	HEA600	S355	2,31	101,8	235,16
13.	STŘEŠNÍ PRŮVLAK - STŘEDNÍ	HEA500	S355	2,11	216	455,76
14.	STŘEŠNÍ PRŮVLAK - KRAJNÍ	HEA450	S355	2,01	351	705,51
15.	STŘEŠNÍ PRŮVLAK - ŠIKMÝ	HEA600	S355	2,31	50,9	117,58
16.	STROPNICE TYPICKÁ	IPE360	S355	1,35	10116	13656,60
17.	STROPNICE KRÁTKÁ	IPE240	S355	0,92	1069,8	984,22
18.	STROPNICE POD TZB	IPE400	S355	1,47	36	52,92
19.	VÝMĚNA SCHODIŠTĚ	IPE550	S355	1,88	90	169,20
20.	MEZIPODESTOVÝ NOSNÍK	IPE220	S355	0,85	45	38,25
21.	ZTUŽIDLO I.	TR φ114,3x10	S355	0,36	402,5	144,90
22.	ZTUŽIDLO II.	TR φ114,3x6,3	S355	0,36	402,5	144,90
23.	ZTUŽIDLO III.	TR φ114,3x4	S355	0,36	402,5	144,90
24.	DIAGONÁLA V NADCHODU - UPROSTŘED	TR φ219,1x12,5	S355	0,69	80,5	55,55
25.	DIAGONÁLA V NADCHODU - KRAJNÍ	TR φ219,1x8	S355	0,69	161	111,09
26.	VAZNÍK - SPODNÍ PÁS	TR □120x8	S355	0,46	160,8	73,97
27.	VAZNÍK - HORNÍ PÁS	TR □120x6,3	S355	0,46	158,7	73,00
28.	VAZNÍK - KRAJNÍ DIAGONÁLY	TR φ88,9x6	S355	0,28	53,6	15,01
29.	VAZNÍK - STŘEDNÍ DIAGONÁLY	TR φ88,9x4	S355	0,28	116,5	32,62
30.	VAZNÍK - KRAJNÍ SVISLICE	TR □120x8	S355	0,46	8,5	3,91
31.	VAZNÍK - STŘEDNÍ SVISLICE	TR φ60,3x4	S355	0,19	50	9,50
32.	PODÉLNÁ ZTUŽIDLO - DIAGONÁLY	TR φ88,9x5	S355	0,28	24,1	6,75
33.	PODÉLNÁ ZTUŽIDLO - DOLNÍ PÁS	TR □90x4	S355	0,35	18	6,30
34.	STŘEŠNÍ VAZNICE	IPE180	S355	0,7	216	151,20
35.	ZTUŽIDLO V ROVINĚ STŘECHY	TR φ88,9x4	S355	0,28	217,8	60,98
36.	TÁHLA V ROVINĚ STŘECHY	TR φ88,9x4	S355	0,28	127,4	35,67
					Σ	24876,47

Tabulka 9.1 – Nátěrová plocha varianty A

Č.P.	POPIS PRVKU	PRŮŘEZ	MATERIÁL	JEDNOTKOVÁ PLOCHA [m <sup>2</sup> /m]	CELKOVÁ DÉLKA [m]	CELKEM [m <sup>2</sup> ]
1.	SLOUP TYPICKÝ I.	HEB700	S355	2,52	288	725,76
2.	SLOUP TYPICKÝ II.	HEB600	S355	2,32	288	668,16
3.	SLOUP TYPICKÝ III.	HEB550	S355	2,22	333	739,26
4.	SLOUP NADCHOD I.	HEB800	S355	2,71	36	97,56
5.	SLOUP NADCHOD II.	HEB700	S355	2,52	36	90,72
6.	SLOUP NADCHOD III.	HEB500	S355	2,13	36	76,68
7.	SLOUP U KŘÍŽOVÝ I.	2xHEB500	S355	4,21	180	757,80
8.	SLOUP U KŘÍŽOVÝ II.	2xIPE550	S355	3,73	180	671,40
9.	SLOUP U KŘÍŽOVÝ III.	2xIPE500	S355	3,47	180	624,60
10.	SLOUP SCHODIŠTĚ	HEB300	S355	1,73	90	155,70
11.	STROPNÍ PRŮVLAK - STŘEDNÍ	HEA550	S355	2,21	540	1193,40
12.	STROPNÍ PRŮVLAK - KRAJNÍ	HEA500	S355	2,11	1134,8	2394,43
13.	STROPNÍ PRŮVLAK - ŠIKMÝ	HEA600	S355	2,31	101,8	235,16
14.	STŘEŠNÍ PRŮVLAK - STŘEDNÍ	HEA500	S355	2,11	144	303,84
15.	STŘEŠNÍ PRŮVLAK - KRAJNÍ	HEA450	S355	2,01	270	542,70
16.	STŘEŠNÍ PRŮVLAK - ŠIKMÝ	HEA600	S355	2,31	50,9	117,58
17.	PRŮVLAK V RÁMU	IPE600	S355	2,02	3312	6690,24
18.	STROPNICE TYPICKÁ	IPE360	S355	1,35	8761,5	11828,03
19.	STROPNICE KRÁTKÁ	IPE240	S355	0,92	1059	974,28
20.	STROPNICE POD TZB	IPE400	S355	1,47	36	52,92
21.	VÝMĚNA SCHODIŠTĚ	IPE550	S355	1,88	90	169,20
22.	MEZIPODESTOVÝ NOSNÍK	IPE220	S355	26,2	45	1179,00
23.	DIAGONÁLA V NADCHODU - UPROSTŘED	TR $\phi$ 219,1x12,5	S355	0,69	80,5	55,55
24.	DIAGONÁLA V NADCHODU - KRAJNÍ	TR $\phi$ 219,1x8	S355	0,69	161	111,09
25.	VAZNÍK - SPODNÍ PÁS	TR $\square$ 120x8	S355	0,46	160,8	73,97
26.	VAZNÍK - HORNÍ PÁS	TR $\square$ 120x6,3	S355	0,46	158,7	73,00
27.	VAZNÍK - KRAJNÍ DIAGONÁLY	TR $\phi$ 88,9x6	S355	0,28	53,6	15,01
28.	VAZNÍK - STŘEDNÍ DIAGONÁLY	TR $\phi$ 88,9x4	S355	0,28	116,5	32,62
29.	VAZNÍK - KRAJNÍ SVISLICE	TR $\square$ 120x8	S355	0,46	8,5	3,91
30.	VAZNÍK - STŘEDNÍ SVISLICE	TR $\phi$ 60,3x4	S355	0,19	50	9,50
31.	PODÉLNÁ ZTUŽIDLO - DIAGONÁLY	TR $\phi$ 88,9x5	S355	0,28	24,1	6,75
32.	PODÉLNÁ ZTUŽIDLO - DOLNÍ PÁS	TR $\square$ 90x4	S355	0,35	18	6,30
33.	STŘEŠNÍ VAZNICE	IPE180	S355	0,7	198	138,60
34.	ZTUŽIDLO V ROVINĚ STŘECHY	TR $\phi$ 88,9x4	S355	0,28	217,8	60,98
35.	TÁHLA V ROVINĚ STŘECHY	TR $\phi$ 88,9x4	S355	0,28	127,4	35,67
					<b><math>\Sigma</math></b>	<b>30911,36</b>

Tabulka 9.2 – Nátěrová plocha varianty B

## 10. Seznam použité literatury

- [1] STUDNČKA, Jiří. Ocelové konstrukce 10. Vyd. 2., přeprac. Praha: ČVUT, 1998, 290 s. ISBN 800101777X. [2] HOŘEJŠÍ, Jiří a Jan ŠAFKA. Statické tabulky. 1. vyd. Praha: SNTL, 1987, 688 s.
- [3] VRANÝ, Tomáš. Ocelové konstrukce 20: projekt, haly. Vyd. 1. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2003, 98 s. : il. [3] volné příl. ISBN 80-01-02806-2.
- [4] WALD, František. Prvky ocelových konstrukcí: příklady podle Eurokódu. Vyd. 2. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2003, 159 s. : il. ISBN 80-01-02722-8.
- [5] KRÁL, Jaromír. Navrhování konstrukcí na zatížení větrem: příručka k ČSN EN 1991-1-4. 1. vyd. Praha: Pro Ministerstvo pro místní rozvoj a Českou komoru autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě vydalo Informační centrum ČKAIT, 2010, 112 s. : il., mapy. ISBN 978-80-87438-05-3.
- [6] DOHNAL Filip Objekt pro gumárenskou výrobu v Odrách. Brno, 2015. 19 s., 142 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav kovových a dřevěných konstrukcí. Vedoucí práce Ing. Milan Pilgr, Ph.D.

- [7] ČSN EN 1991-1-1 (730035), Eurokód 1: Zatížení konstrukcí. Část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2013, 44 s. : il.
- [8] ČSN EN 1991-1-3 ed. 2 (730035) Eurokód 1: Zatížení konstrukcí. Část 1-3, Obecná zatížení - Zatížení sněhem. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2013, 55 s. : il.
- [9] ČSN EN 1991-1-4 (73 0035) Eurokód 1: zatížení konstrukcí. Část 1-4, Obecná zatížení - Zatížení větrem. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2013, 123 s. : il.
- [10] ČSN EN 1993-1-1 (731401), Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí. Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2013, 96 s. : il.
- [11] ČSN EN 1993-1-8 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí. Část 1-8, Navrhování styčníků = Eurocode 3. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2013, 121 s. : il.
- [12] ČSN EN 1990 ed. 2 (730002) Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011, 97 s. : il.
- [13] ČSN EN 1993-1-10 ed. 2 (731401) A Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí. |n Část 1-10, |p Houževnatost materiálu a vlastnosti napříč tloušťkou = Eurocode 3. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2014, 19 s. : il.
- [14] ČSN 01 3483, Výkresy kovových konstrukcí, 1987-2010
- [15] ČSN 73 1411, Rozteče, roztečové čáry, průměry šroubů nebo nýtů a těžištní osy pro šroubové a nýtové spoje, 1998-2011
- [16] ČSN 73 1401, Navrhování ocelových konstrukcí, ÚNM, Praha 1977, 126 s
- [17] ČSN EN 1090-2, Provádění ocelových konstrukcí a hliníkových konstrukcí – Část 2: Technické požadavky na ocelové konstrukce, ČNI, Praha 2009, 170 s
- [18] ČSN EN 1990 ed. 2 (730002) Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011, 97 s. : il.